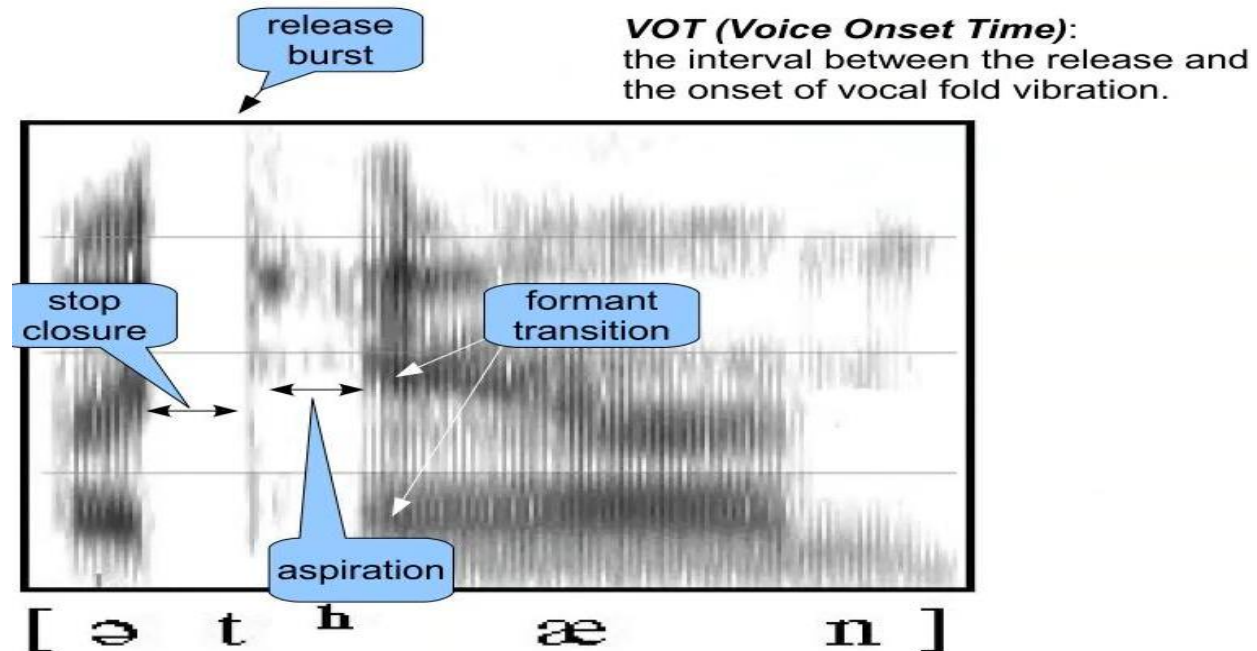
말과학
SPEECH SCIENCE
- 박진향 -

Chapter 09

우리말 소리의 음향적 특성(자음)

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

✓ 폐쇄음(=파열음)

- 음향적 특징 : 묵음 간격 (silent gap), 터뜨림(release burst), 포먼트 전이, 성대진동 시작시간(VOT)

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

- 폐쇄음은 묵음부(에너지가 거의 없어 희게 나타나는 부분)과 파열부(짧은 잡음 구간)로 나타나므로 조음 위치를 알려 줄 만한 정보를 자체의 스펙트럼만으로는 얻기 힘듦.

- 조음위치에 대한 정보 – 선행 혹은 후행하는 모음의 포만트 전이구간을 통해 알 수 있음.

- F2 : 로커스 주파수(locus frequency)

  - 조음위치에 따라 나름대로의 목표 주파수를 가짐.

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

(2) 조음위치에 따른 폐쇄음의 포먼트 전이

- 양순폐쇄음

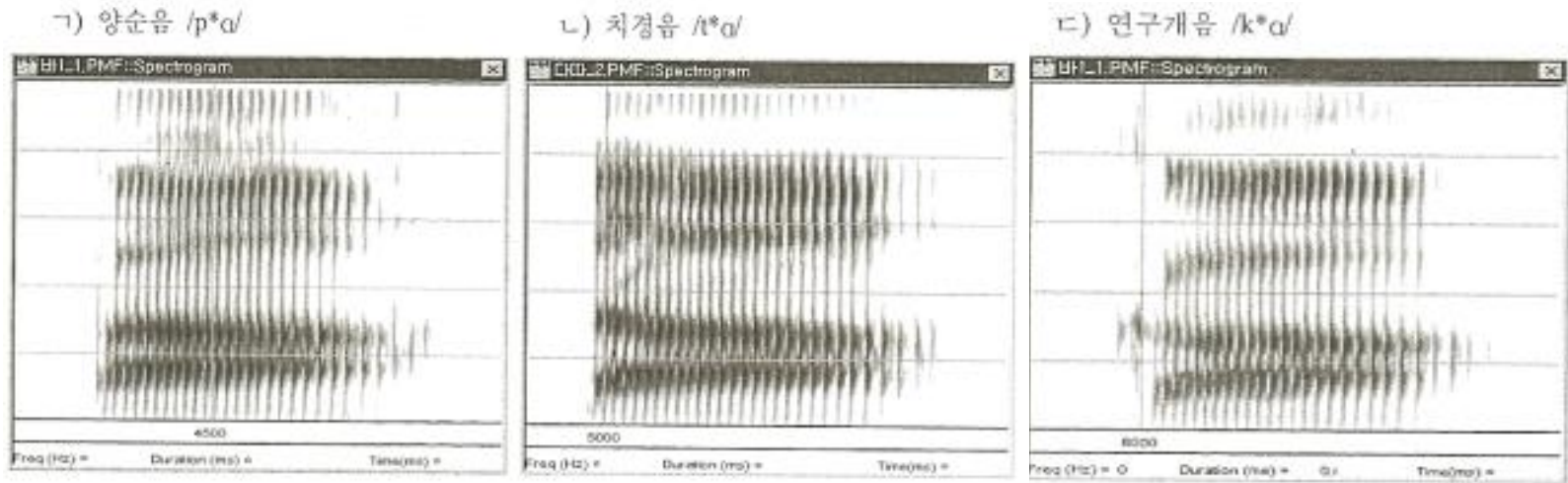
  - F1, F2가 모음의 목표주파수로부터 모두 높아짐.

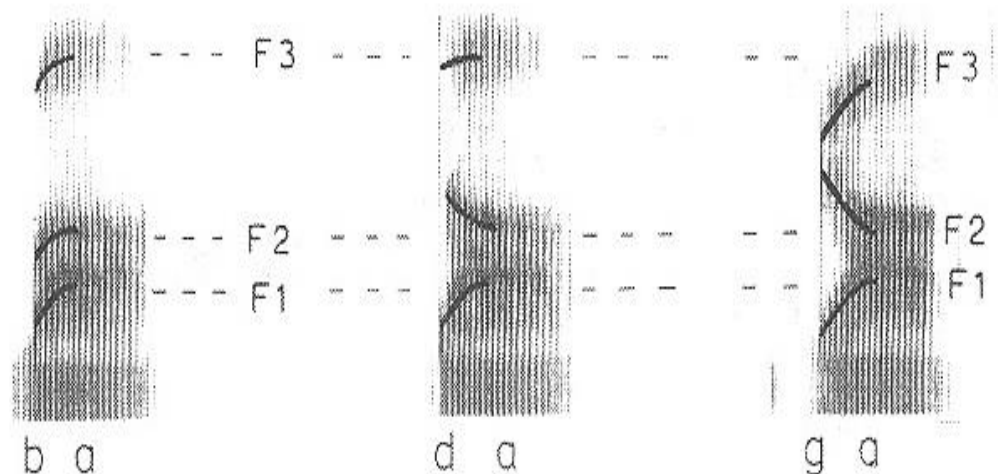
- 치경폐쇄음

  - F1은 높아지는 반면에 F2는 낮아지고 F3이 내려감.

- 연구개폐쇄음

  - F1은 높아지는 반면에 F2는 낮아지고 F3이 올라감.

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

조음 위치	F1 전이	F2 전이
양순파열음	↑	↑
치경파열음	↑	↓
연구개파열음	↑	↓

✓ F3 전이 : 치경파열음 ↓
연구개파열음 ↑

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

- F1 주파수 전이

  - 일반적으로 F1이 낮다는 것은 성도가 수축되었다는 것을 의미

  - F1주파수가 낮을수록 성도는 더 수축함

  - 폐쇄음(파열음) : 완전한 막힘이 있는 지점에서 수축하므로
    F1은 0에 가깝게 시작하여 후행하는 모음의 일정한
    포먼트에 이르기까지 주파수가 증가

  - 조음 장소가 어디이든지 간에 F1포먼트 전이는 파열음 뒤에
    모음이 후행하는 경우 항상 올라감.

- F2 주파수 전이

  - F2 주파수 전이는 구강의 길이와 관련(혀의 전후 움직임)

  - 파열음의 F2주파수 전이는 파열음의 조음 장소와 관련

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

- 양순파열음 : 파열음이 시작하는 약 600~800Hz부터 후행하는 모음의 F2수치까지 증가하는 포먼트 전이
- 치조음 – 1800 Hz
- 연구개파열음 – 3000Hz 혹은 1300 Hz, 후행하는 모음에 따라

□ 로커스 주파수(locus frequency)
: 조음위치에 따라 나름대로의 목표 주파수를 가짐
- 연구개음(3,000Hz) > 치경음(2,000Hz) > 양순음(1,000Hz)
- 예. F2가 1200Hz인 /아/모음이 후행하는 경우 양순-상승, 치경-하강, 연구개-하강

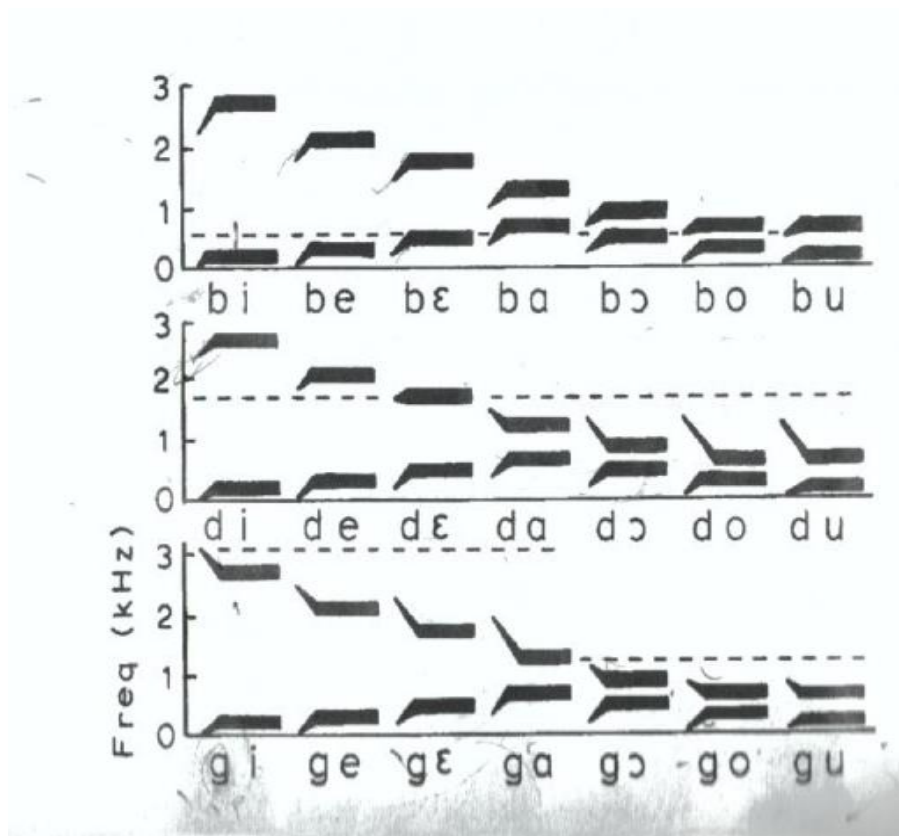
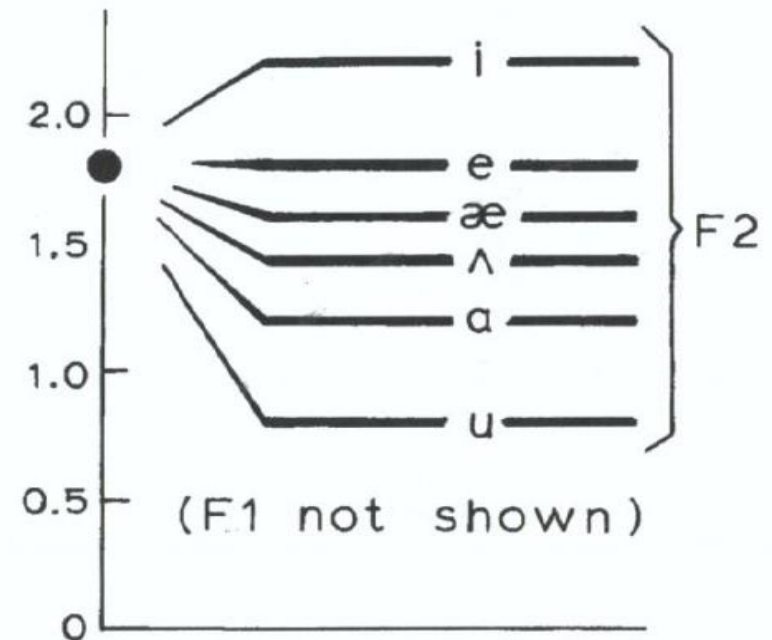
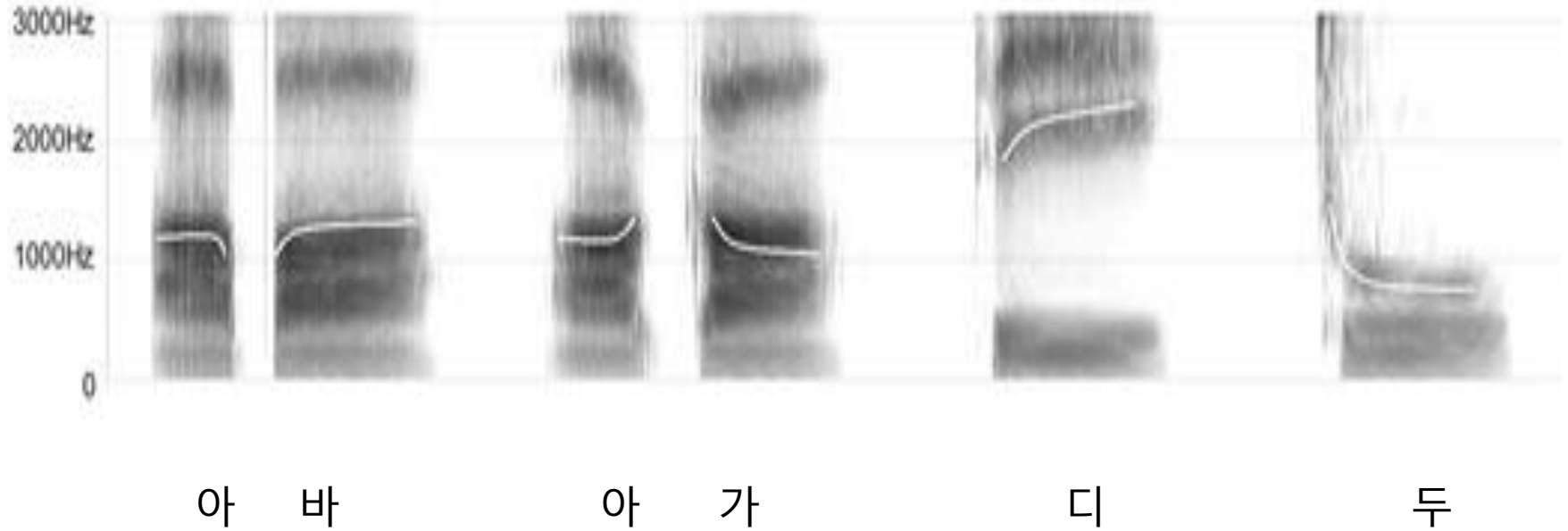
1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

- 한국어 모음의 포먼트 주파수

		F 1	F2	F3
/이/	남	341	2219	3047
	여	344	2814	3471
/아/	남	738	1372	2573
	여	986	1794	2957
/우/	남	369	981	2565
	여	422	1021	3024

Yang (1996) J Phonetics, 24, 245-261

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

- CV음절구조에서 모음에 따른 스펙트로그램(F1 & F2 patterns)

- 치조파열음/d/의 F2 로커스와 6개 모음

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

(3) 조음위치에 따른 폐쇄음의 파열부 스펙트럼

- 양순폐쇄음 : 에너지 정점부 600Hz이하

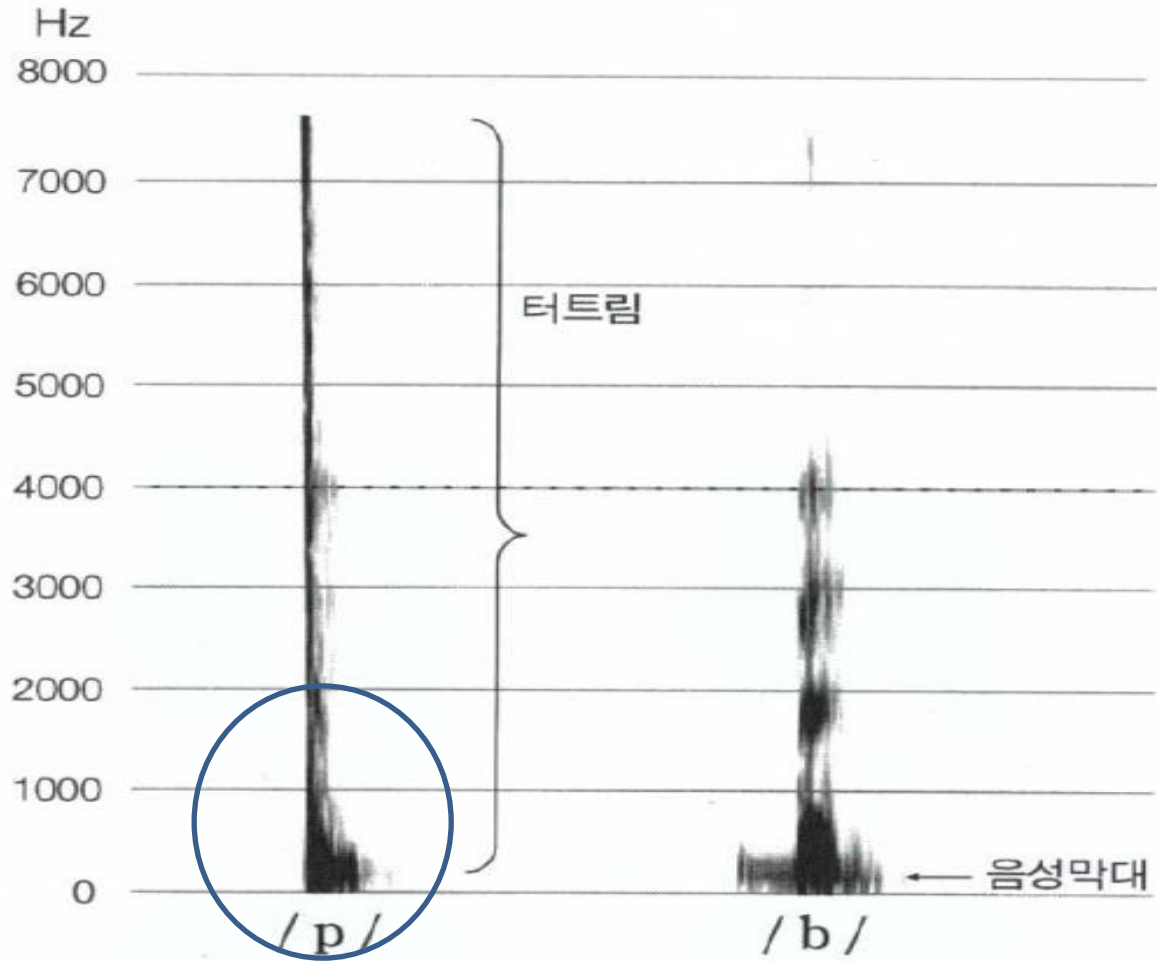
  - 에너지 분포가 저주파수대에 강하고 고주파수대에 약함.

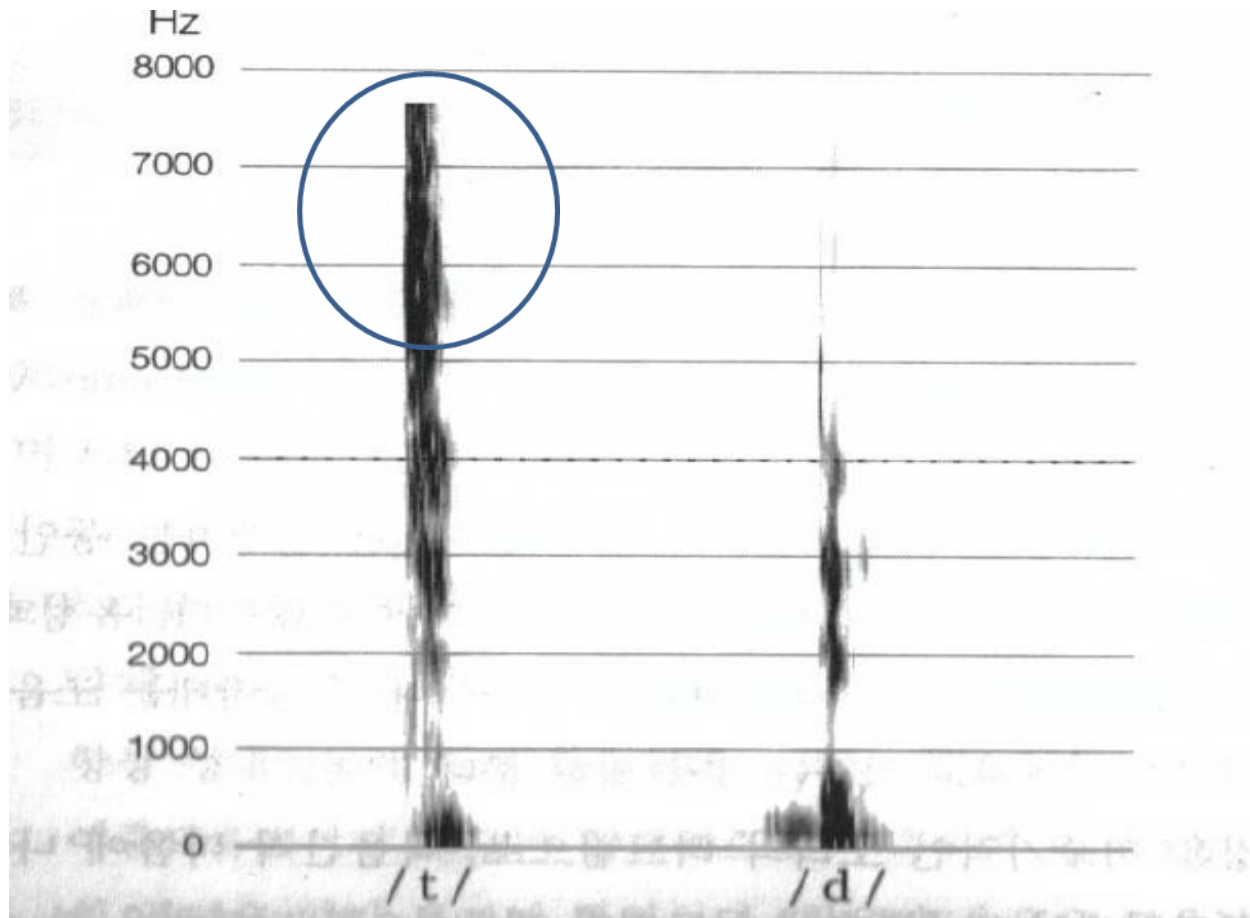
- 치경폐쇄음 : 에너지 정점부 3000Hz이상

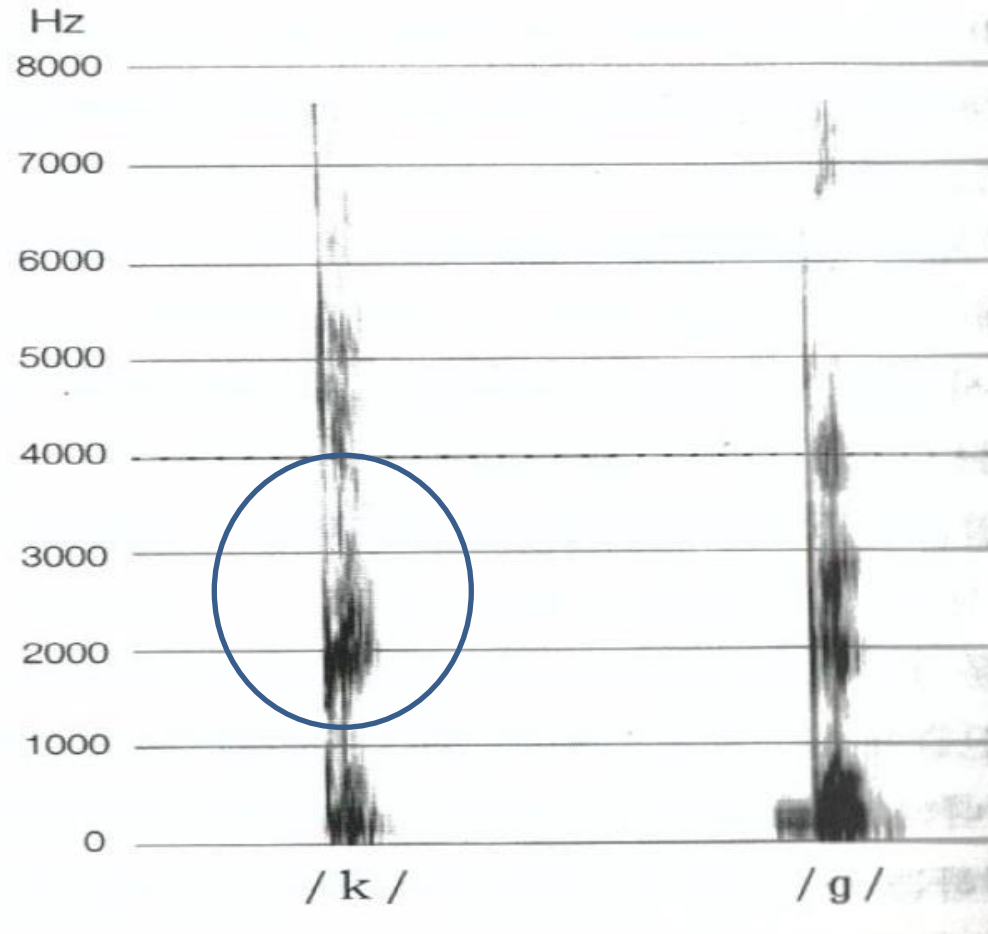
  - 에너지분포가 저주파수대에 약하고 고주파수대에 강함.

- 연구개폐쇄음 : 에너지 정점부가 600 ~ 3000Hz

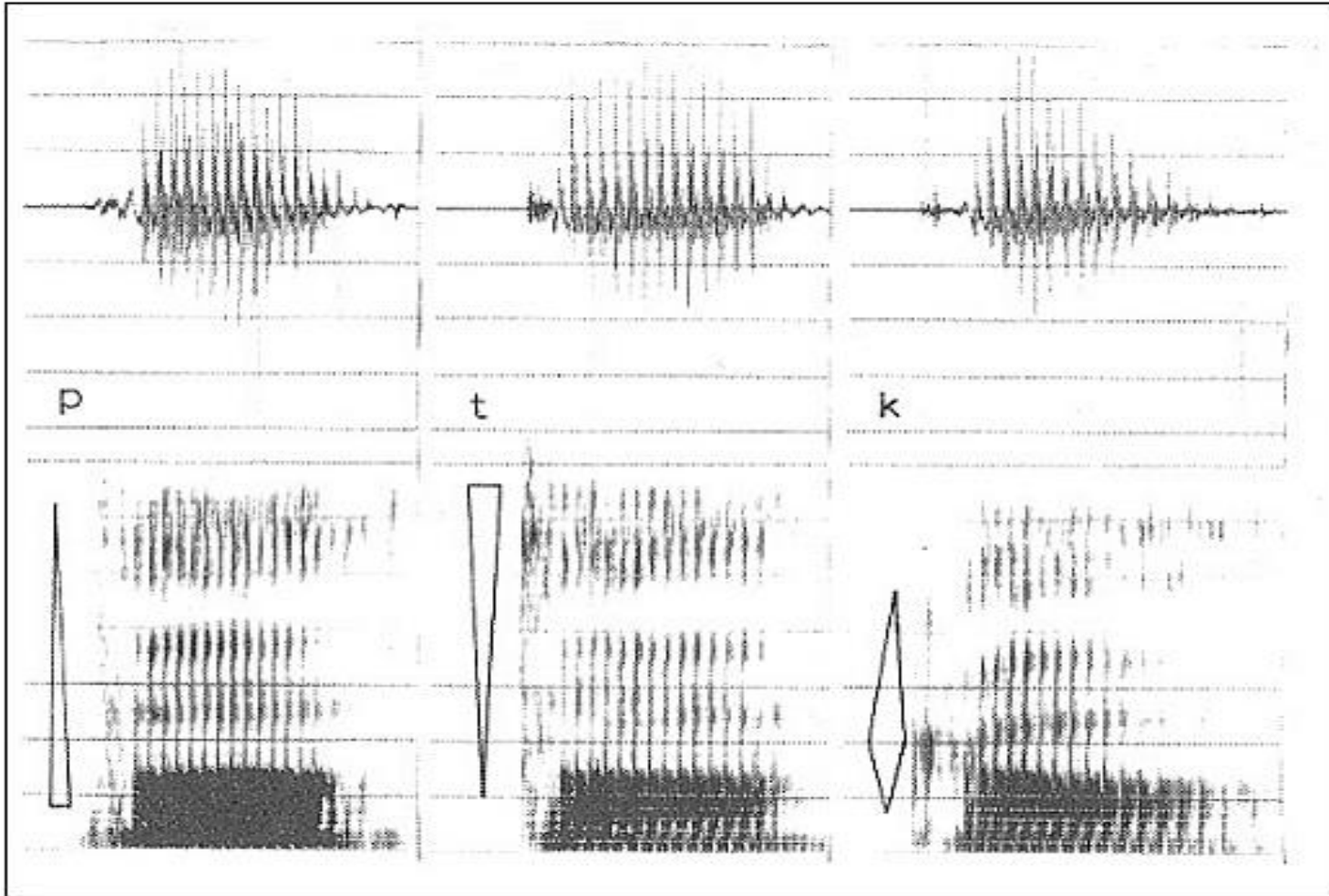
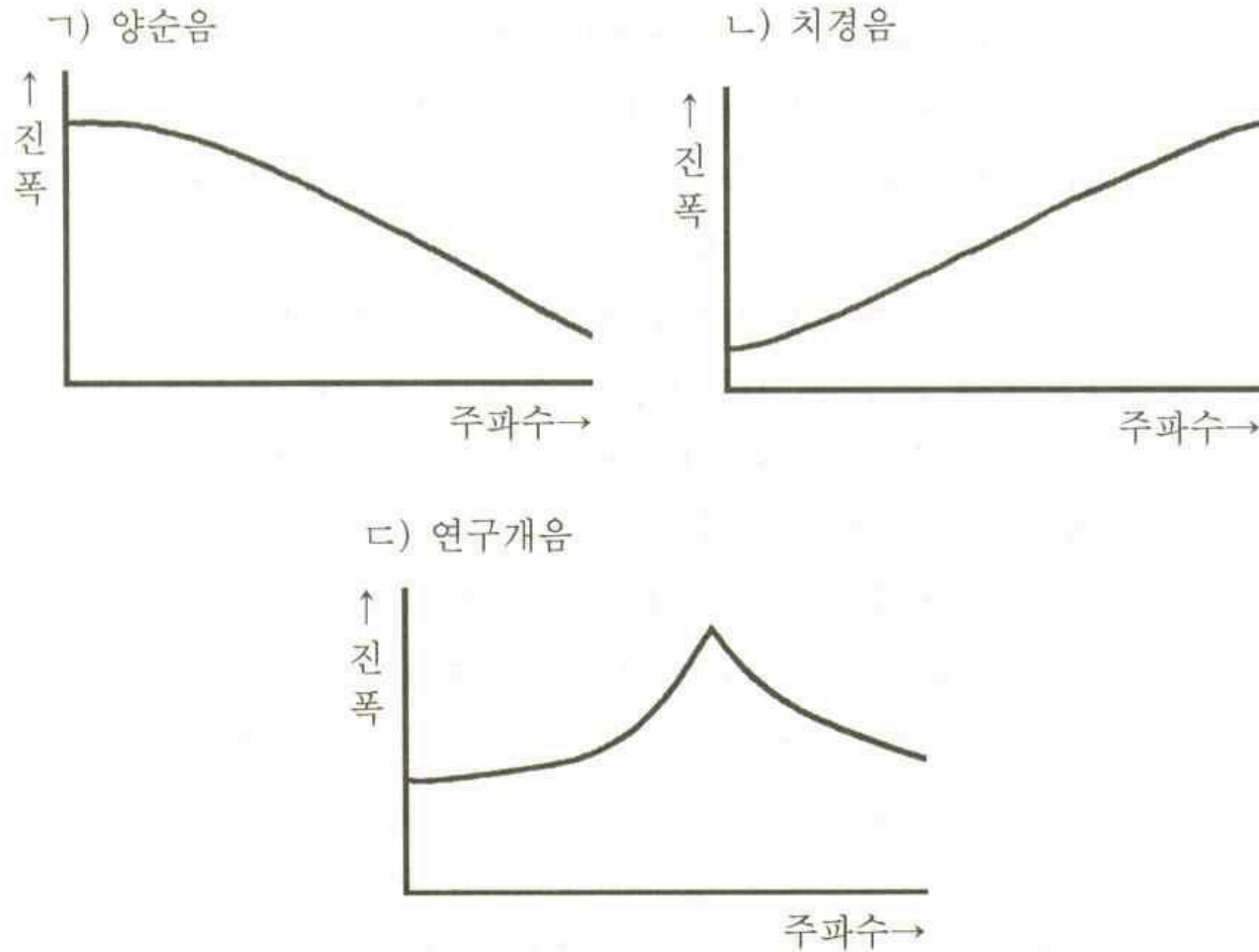
  - 에너지 분포가 중간주파수대

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

- /p/나 /b/(양순파열음)은 500 ~ 1500 Hz의 저주파수대에 에너지 분포하거나 광범위하게 흩어져 있음

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

- /t/나 /d/(치조파열음)는 고주파수대에 강한 에너지 분포

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

- /k/나 /g/(연구개파열음)는 후행하는 모음의 혀 위치에 따라 1500 ~ 4000 Hz의 중주파수대에 에너지 분포

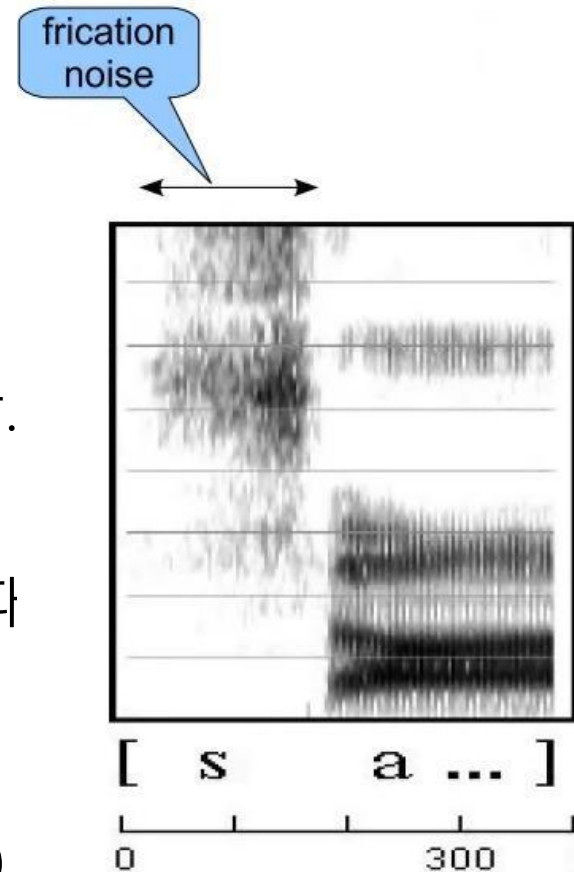
1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

출처: 강석한(2007)

1. 우리말 폐쇄음(순간음)의 음향음성학적 특징

[그림 8-18] 조음 위치에 따른 파열부의 스펙트럼 개략도

2. 우리말 마찰음(소음)의 음향음성학적 특징

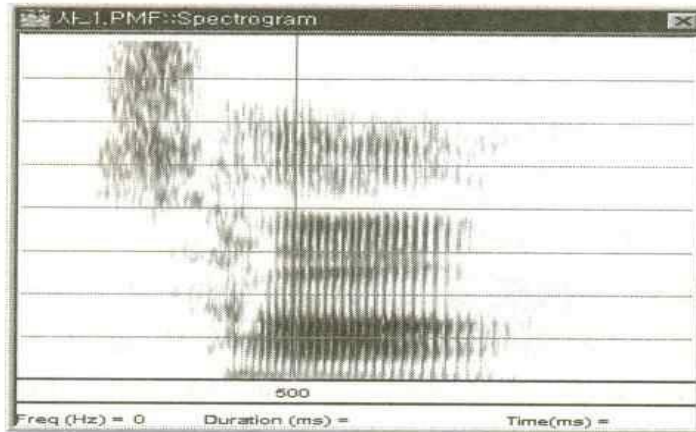
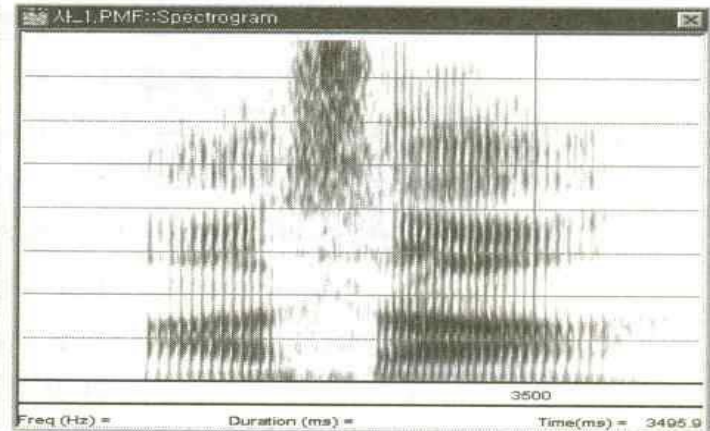
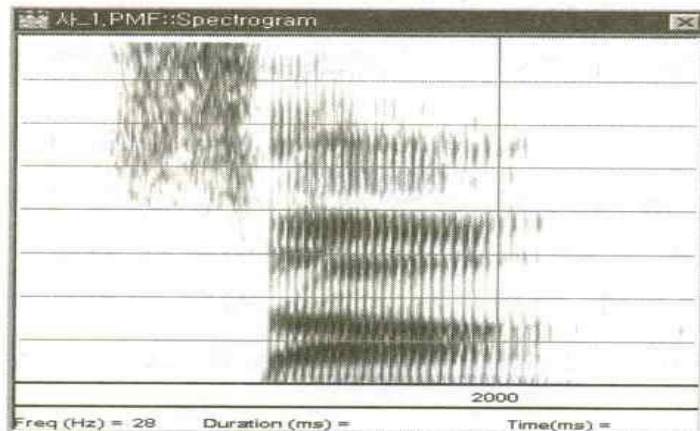
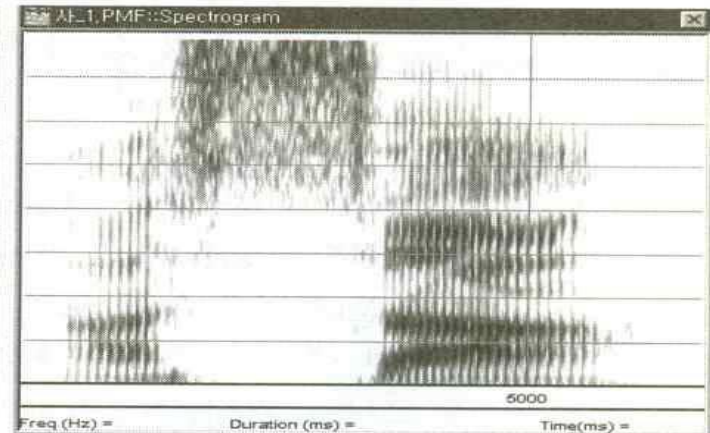
✓ 마찰음

□ 음향적 특징

- 마찰은 넓은 주파수 범위에 걸쳐있는 넓은 밴드로 나타남.
- 비주기적인 마찰성 소음(백색 소음:white noise)의 특정 주파수 범위 및 강도는 마찰음의 조음 장소에 따름.
- 우리말은 치경마찰음(/ㅅ,ㅆ/)과 후두마찰음/ㅎ/

2. 우리말 마찰음(소음)의 음향음성학적 특징

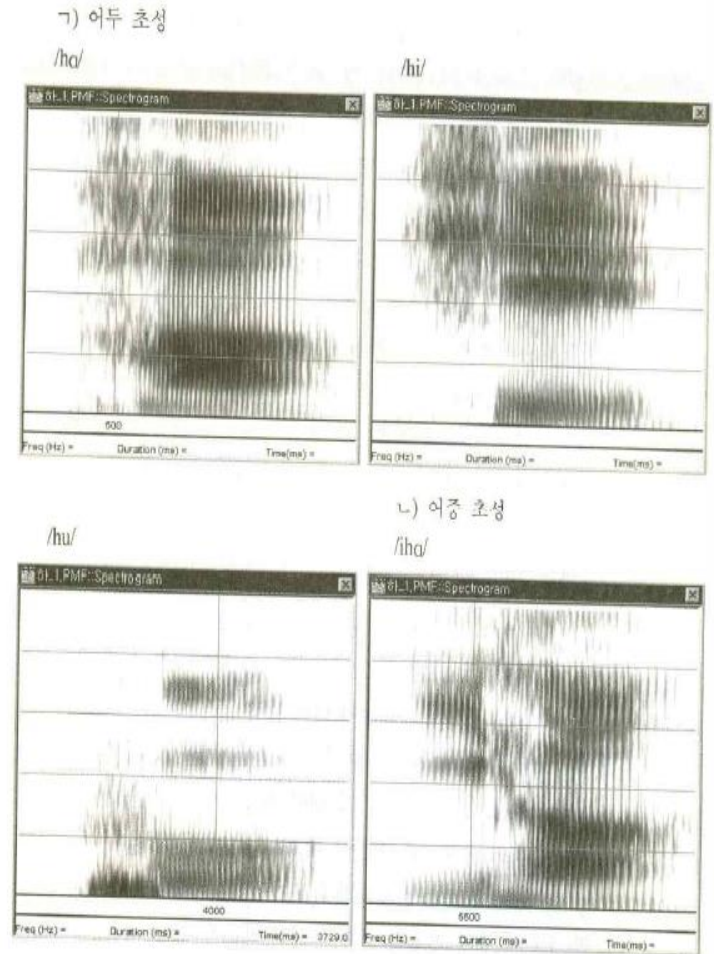
(1) 치경 마찰음(평음, 경음만 존재)

- 어두초성
  - 평음 : 고주파수 대역의 잡음부 + 기식성 잡음,
    F1 전이구간이 X
  - 경음 : 고주파수 대역의 잡음부(어중보다 길다),
    뚜렷한 **F1** 전이구간
- 어중초성
  - 평음 : 기식성이 없어져서 **F1** 전이구간이 관찰됨.
  - 경음 : 치경 평 마찰음 보다 긴 소음지속시간

2. 우리말 마찰음(소음)의 음향음성학적 특징

[그림 8-19] 발성 유형에 따른 우리말 치경 마찰음 /s/와 /s*/의 음향적 차이

2. 우리말 마찰음(소음)의 음향음성학적 특징

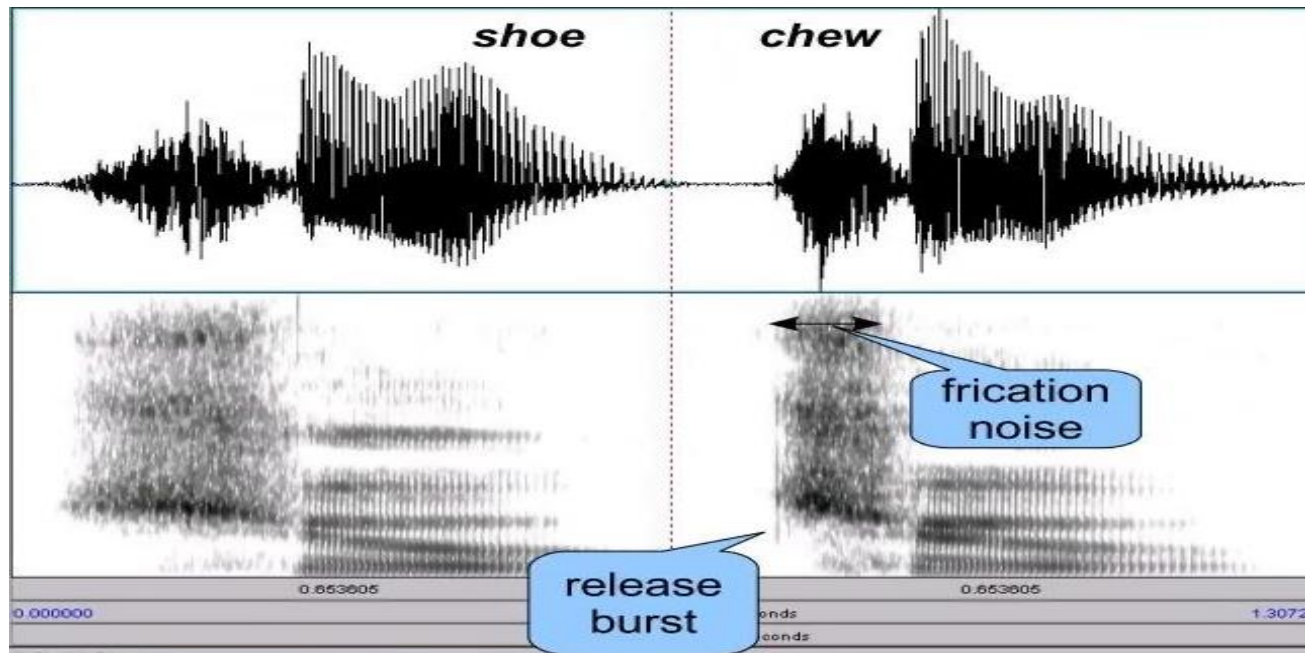
(2) 성문 마찰음

- 잡음의 에너지 분포가 후행하는 모음의 에너지 분포를 그대로 닮음
- 모음과 모음 사이에 위치한 경우는 유성으로 실현되지만, 잡음이 섞여 있다는 점에서 모음과 차이가 있음

[그림 8-20] 우리말 성문 마찰음 /h/

3. 우리말 파찰음(순간음+소음)의 음향음성학적 특징

✓ 파찰음

□ 음향적 특징

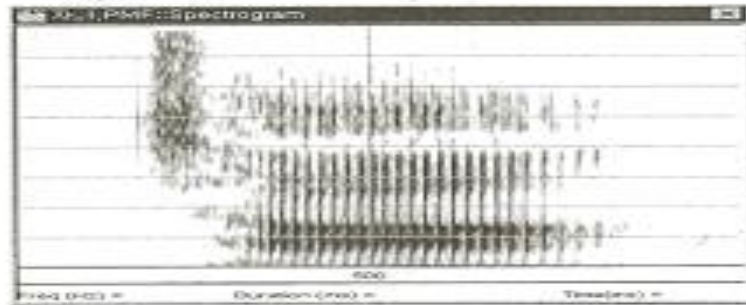
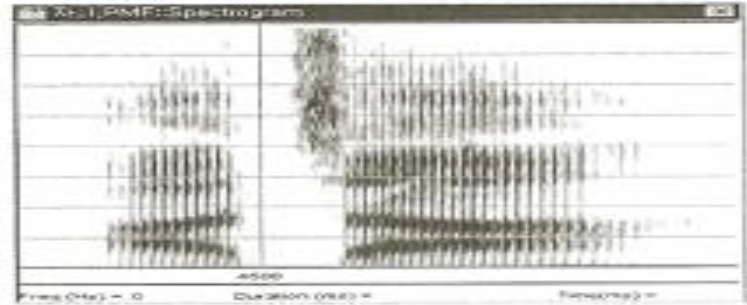
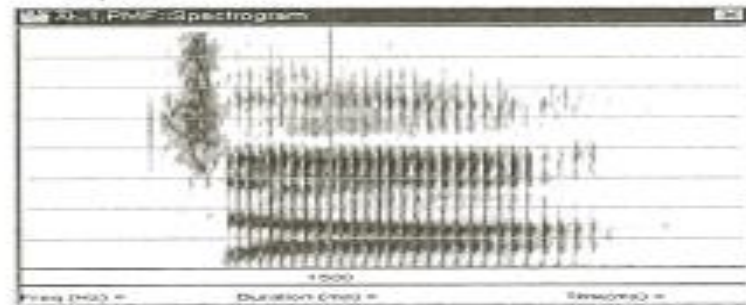
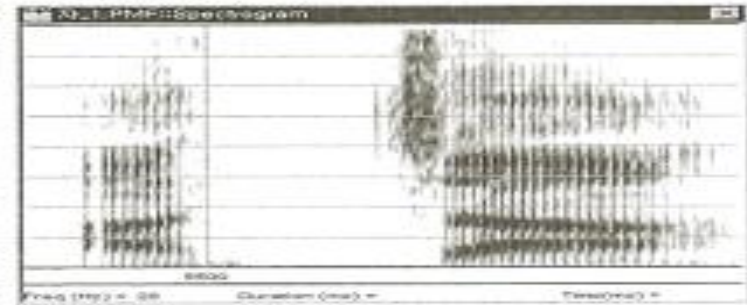
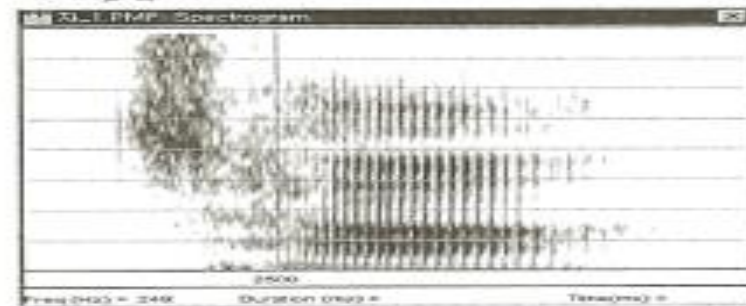
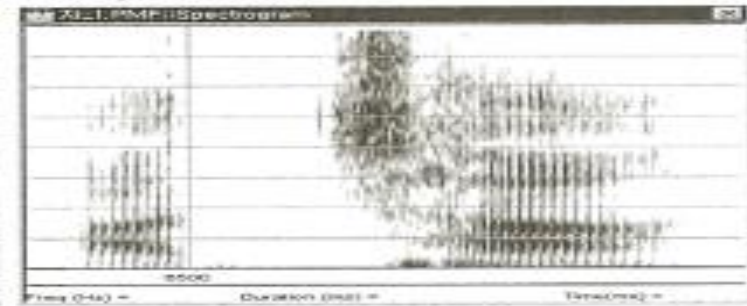
: 폐쇄 구간(묵음부), 터뜨림, 잡음부

3. 우리말 파찰음(순간음+소음)의 음향음성학적 특징

(1) 평 파찰음

- 어두 초성 : 기식성 O , 어중 초성 : 기식성 X

(2) 발성유형에 따른 파찰음 특징

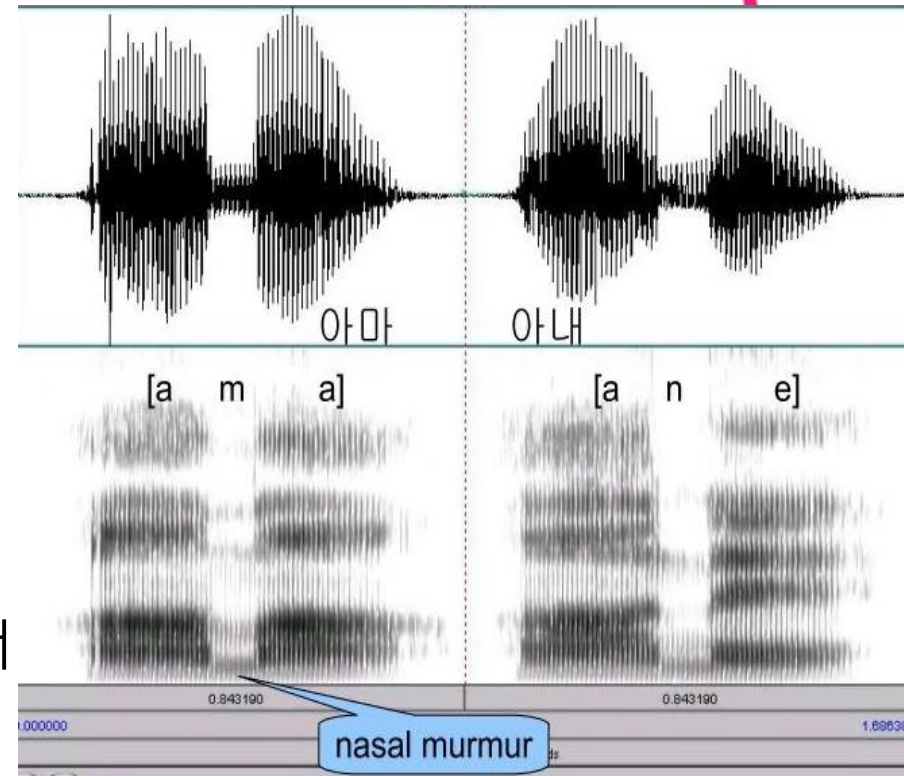
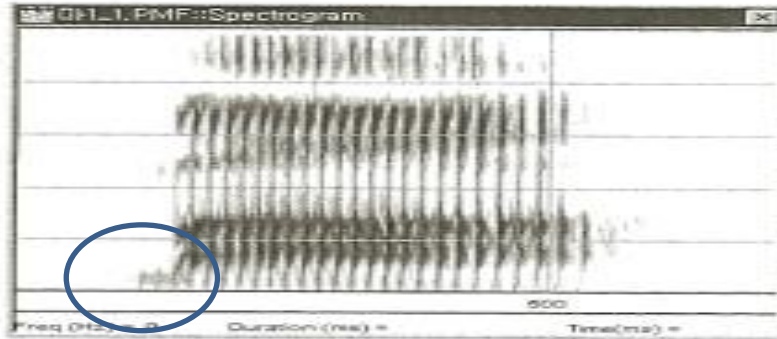
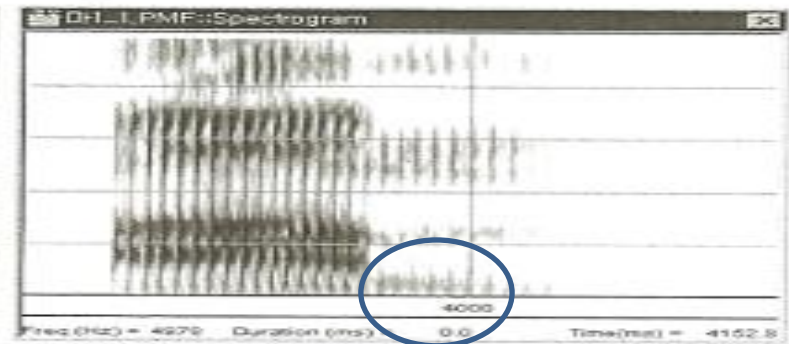
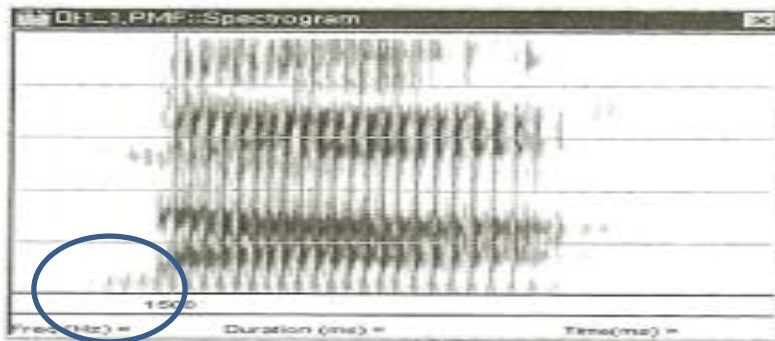
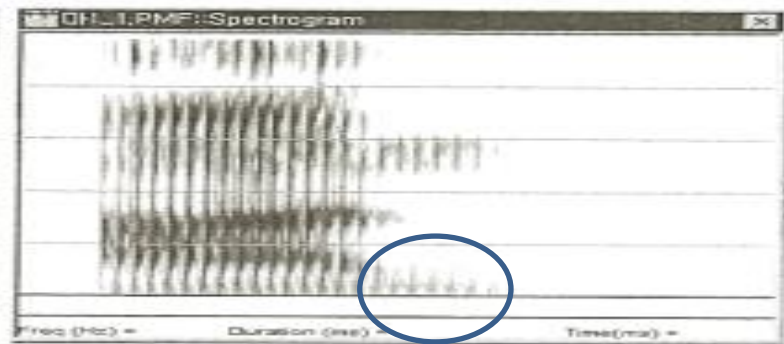
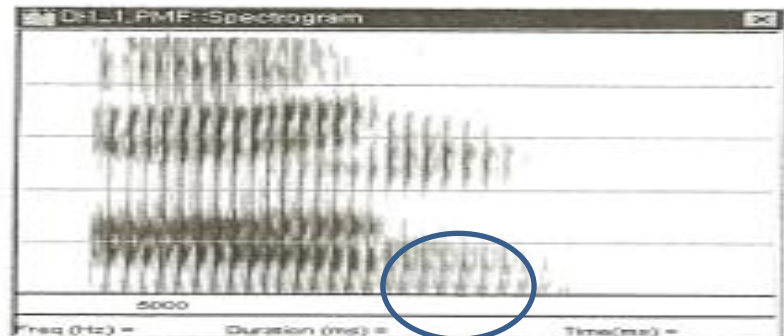
- 어두 초성 : 고주파수대역의 잡음 + 기식성 잡음, F1 포먼트 전이 X, 발화 전 묵음구간과 폐쇄기간 구별 X
- 어중 초성 : 폐쇄기간 쉽게 잴 수 있음(평음<기식음<경음)
- 마찰기간 : 음성적 위치와 무관하게 경음<평음<기식음
- 파찰음의 폐쇄 기간과 마찰 기간은 폐쇄음과 마찰음에 비해 훨씬 짧음.

3. 우리말 파찰음(순간음+소음)의 음향음성학적 특징

4. 우리말 공명자음의 음향음성학적 특징

✓ 비음

□ 음향적 특징

- 낮은 공명주파수
- 약한 에너지
- 반공명주파수(**antiresonace frequency**) = 반포먼트
  : 공명주파수와는 반대로 에너지가 감폭되는 주파수 대역

(양순음 /ㅁ/ 1,000Hz, 치경음/ㄴ/ 2,000Hz, 연구개음/ㅇ/ 3,000Hz)

4. 우리말 공명자음의 음향음성학적 특징

4. 우리말 공명자음의 음향음성학적 특징

✓ 유음

□ 환경에 따른 /ㄹ/의 두 가지 음향적 특징

- 탄설음 [ɾ] : 다막음 소리의 일종(순간음),
  짧은 치경폐쇄 + 개방(희게 나타나는 짧은 빈
  공간에 뒤이은 수직의 스파이크 관찰됨)

- 설측음 [l] : 공명자음, 포먼트 구조 관찰됨, 구강에서
  반공명 현상이 나타나므로 주파수 고주파수
  대역의 음향에너지가 낮음

- 초성으로 실현된 /ㄹ/의 길이가 종성으로 실현된 /ㄹ/의
  길이에 비해 매우 짧음(탄설음은 설측음보다 길이가 짧음).

4. 우리말 공명자음의 음향음성학적 특징

ㄱ) 어두 초성

/ɑlɑ/

ㄴ) 어말 종성

/ɑl/

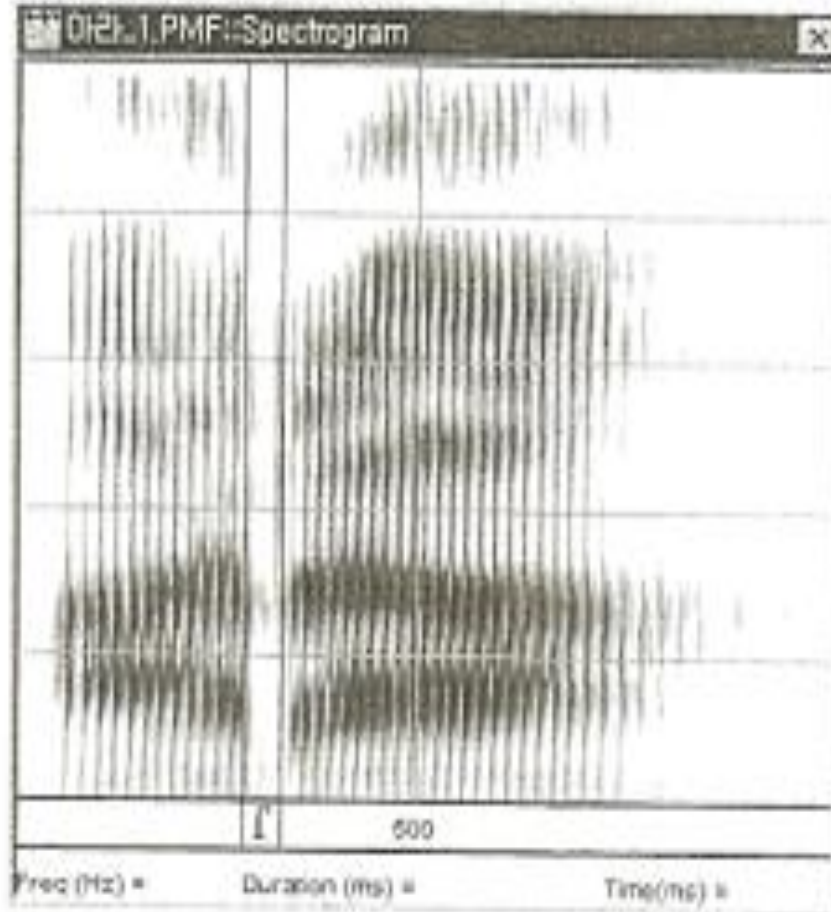
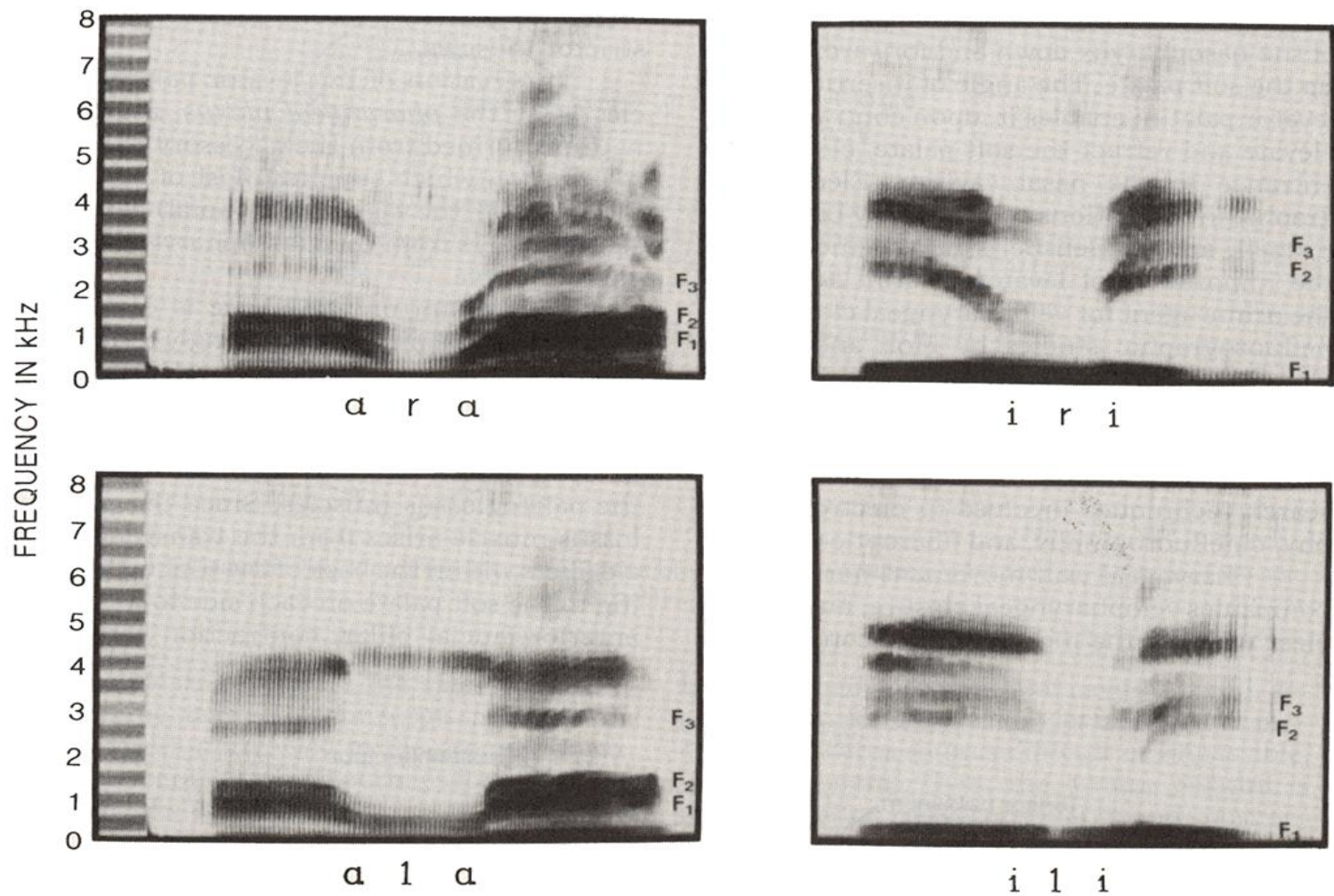



Figure 5.33. Spectrograms of /ɑrɑ/, /iri/, /ɑlɑ/, and /ili/. Notice that F_3 lowers close to F_2 for /r/, while it remains high for /l/.

- /r/의 F1과 F2는 /l/과 유사
- /ㅣ/ : F1 360Hz, F2 1300Hz, F3 2700 Hz